

ETUDE BIOECENOTIQUE DES COLEOPTERES ASSOCIES AUX EXCREMENTS  
DE TROIS RACES DOMESTIQUES DE BOVIDAE EN MILIEU TROPICAL  
AFRICAIN (Burundi)

Biocenotic study of Coleoptera communities inhabiting the cattle  
dung of three different Bovidae in a tropical country of Africa  
(Burundi)

G. NIBARUTA\*

ABSTRACT

*The evolution of Coleoptera communities inhabiting the cattle dung of the different Bovidae (Ankole cattle, "Jersey" cattle and Zebu cattle) has been studied in a tropical country of Africa (Burundi) during summer 1978. The results were discussed in relation with climatic conditions, mean temperature, moisture of atmosphere and rainfall recorded.*

*The qualitative and quantitative study of the evolution of the populations of the species sampled in and under these different excrements as well as the biomass determination allowed to emphasize the rapidity of the biocenotic evolution, the numerical abundance and the diversity of Scarabaeidae in the tropical country so far concerned, more particularly in the dropping of the autochthonous cattle (Ankole cattle). These observations indicate a tendency towards a certain stenophagy of Scarabaeidae and confirm the important role played by these insects in burying excrements.*

RESUME

*Nous avons suivi l'évolution des populations de Coléoptères (Scarabaeidae, Hydrophilidae, Histeridae et Staphilinidae) associés aux excréments de trois races domestiques de Bovidés (de la vache Ankole, de la vache "Jersey" et de Zébu) déposés en milieu tropical africain (au Burundi) en été 1978, au fur et à mesure de leur maturation.*

*Les résultats obtenus ont été mis en relation avec les conditions climatiques, notamment la température, l'humidité relative de l'air, les précipitations enregistrées et*

---

\* Université de Bujumbura, B.P. 2700 Bujumbura (Burundi). Actuellement Laboratoires de Morphologie, Systématique et Ecologie Animales, Université de Liège, Quai Van Beneden, 22, 4020 Liège (Belgique).

les facteurs édaphiques.

L'étude qualitative et quantitative de l'évolution des espèces échantillonnées dans et sous les trois excréments d'origine différente ainsi que la détermination de leur biomasse nous ont permis de mettre en évidence la rapidité de l'évolution biocénotique, l'abondance numérique et la diversité des Scarabaeidae en milieu tropical africain (Burundi), principalement dans les excréments du bétail autochtone (Ankole). Ces observations démontrent à la fois la tendance à la sténophagie au moins partielle de la plupart de ces Coléoptères et leur rôle important dans l'enfouissement rapide des excréments de Bovidés.

## INTRODUCTION

Plusieurs chercheurs ont étudié les Coléoptères colonisant les excréments de grands mammifères herbivores. Ce sont surtout les Coléoptères coprophages de la famille des Scarabaeidae qui ont fait l'objet de ces études en raison notamment du fait que ces insectes ingèrent des quantités considérables de matières fécales, les fragmentent et les intègrent au sol. Ils interviennent donc dans le recyclage des éléments biogènes tout en étant un moyen de lutte biologique naturelle contre diverses myases (MILLER, 1954) susceptibles de toucher non seulement le bétail mais également l'homme lui-même.

D'une part, des recherches écologiques à caractère fondamental ou appliqué ont été abordées notamment par BORNEMISSZA (1960) dans le but de sélectionner les Coléoptères coprophages et prédateurs de Diptères (notamment les Histeridae) capables de coloniser les excréments de Bovidae introduits en Australie à la fin du 18ème siècle.

En 1967, GILLARD aborda l'écologie des Coprinae et Aphodiidae de la région éthiopienne, tous coprophages. Il montra que les espèces recensées dans les excréments dans cette région sont responsables de la décomposition et de la fragmentation de ces matières fécales, ce qui entraîne une augmentation de l'azote dans le sol et, comme corollaire, de la fertilité.

ROUGON et ROUGON (1975) signalent que deux espèces d'*Aphodius*, *A. (Mesontoplatys) rougoni* Petrov. et *A. (Mesontoplatys) simplicius* Petrov., ne peuvent être trouvées que dans les bouses de zébu (*Bos indicus* L.) localisées sur les dépôts d'alluvions sableux dans la région en retrait du fleuve Niger. Il semblerait que la nature du sol sur lequel sont déposés les excréments de zébu constituerait un des éléments déterminant la

présence de ces deux espèces d'*Aphodius*. Le travail de ces auteurs est donc une mise en évidence de la sténophagie de ces deux espèces d'*Aphodiidae* apparemment inféodées à un type d'excrément, celui de zébu, mais dont la présence ou l'absence sont déterminées par deux facteurs synergiques à savoir le type d'excrément et la structure du sol sur lequel celui-ci est déposé.

D'autre part, en dépit de ces données et de nombreuses informations (DAJOZ, 1971, HEINRICH et BARTHOLOMEW, 1980, KLEMPERER, 1980, LUMARET, 1979, 1980, LUMARET et PAULIAN, 1977, PAULIAN, 1943, 1950, 1976, PAULIAN et LUMARET, 1973, 1974, 1975, ROUGON et ROUGON, 1977, 1978, WALTER, 1976, 1977, WALTER et CAMBEFORT, 1977 a, 1977 b, 1980, ZUNINO, 1976), essentiellement à caractère faunistique, systématique, biogéographique ou éthologique, dont nous disposons concernant les Coléoptères associés aux excréments de grands mammifères herbivores, peu d'attention a été accordée jusqu'à ce jour à la dynamique de cette faune coprophile (Scarabaeidae, Histeridae, Hydrophilidae et Staphilinidae) notamment dans la région strictement tropicale africaine, caractérisée par l'abondance et l'intérêt économique des Bovidés domestiques. Dans ce but, nous avons entrepris l'inventaire exhaustif des espèces récoltées au Burundi dans les excréments de trois races domestiques de Bovidés (zébu = *Bos indicus* L., vache Ankole = *Bos taurus* L. et vache "Jersey" = *Bos taurus* L.) au cours des mois de septembre et d'octobre 1978, au fur et à mesure que les excréments se dégradent, vieillissent, disparaissent à la surface du sol et s'intègrent à celui-ci. Nous avons tenté de mettre nos observations en relation avec la température, l'humidité relative de l'air et les précipitations enregistrées, et enfin, de déterminer la biomasse des principales espèces.

#### Localisation géographique du terrain expérimental

Le terrain expérimental est situé dans la plaine de la Ruzizi (Fig. 1). Celle-ci est une bande de terre plane étirée du Nord au Sud (2°42' et 3°24' de latitude Sud) entre les montagnes de la chaîne Mitumba (limite occidentale en République du Zaïre) et la crête de partage des eaux des bassins du Zaïre et du Nil (limite orientale en République du Burundi (29° et 29°22' de longitude Est). L'altitude de cette plaine varie de 850 m au Nord à 770 m aux environs de Bujumbura. Le site expérimental fait partie du périmètre d'élevage qui s'étend sur 275 ha (Fig. 1). Il est établi sur du sable grossier qui représente la majorité des terres réservées à l'élevage. On y trouve des sols lessivés à

horizon B et des pâturages établis sur le sol du type solonetz solodisé, argilo-sableux appartenant au groupe des formations lacustres anciennes (POZY, 1978).

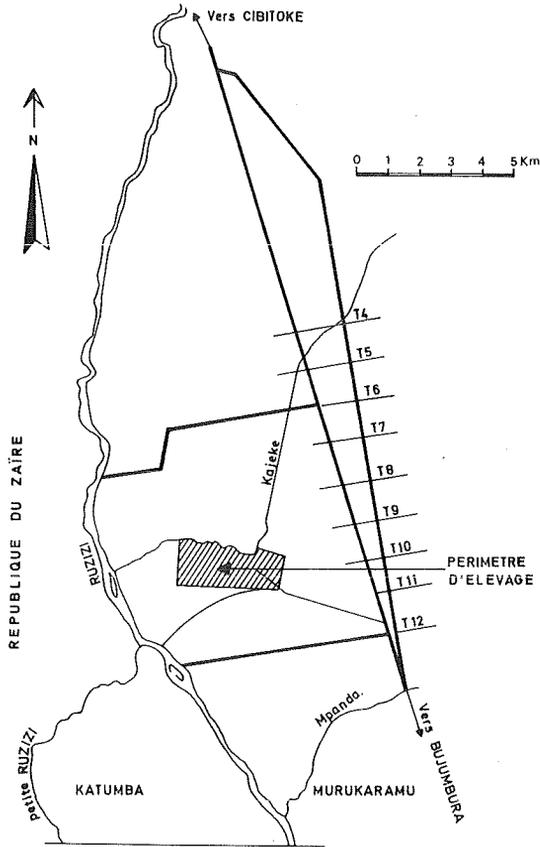


Fig. 1 : Localisation géographique du périmètre d'élevage (Burundi).

### Conditions climatiques et végétation

La température maximale absolue mensuelle sous abri est de 35° C avec les plus fortes valeurs en septembre et en octobre. La température minimale absolue mensuelle est de 17° C (Fig. 2). La température moyenne mensuelle varie entre 25° C et 29,5° C. L'amplitude de la variation journalière est la plus forte en fin de saison sèche (septembre et octobre) où la température passe de 35° C le jour à 17° C la nuit. Le lac Tanganyika qui est situé près du périmètre d'élevage apporte des brises de terre qui ont un effet modérateur sur la température. L'évolution journalière de l'humidité relative de l'air comporte deux périodes de variations : une période d'humidité maximale entre 85 % et 100 % observée

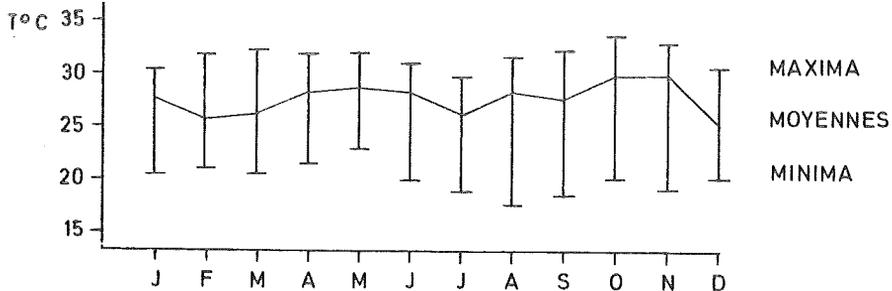


Fig. 2 : Variation de la température mensuelle sous abri au cours de l'année 1978.

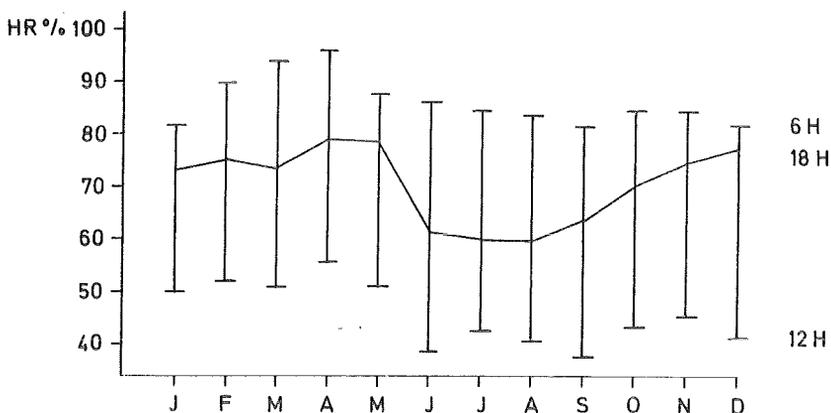


Fig. 3 : Variation de l'humidité relative de l'air au cours de l'année 1978.

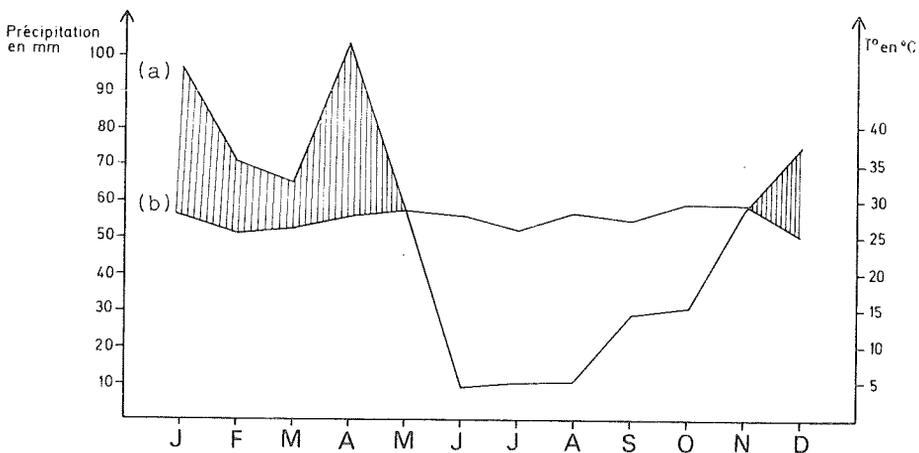


Fig. 4 : Diagramme ombrothermique des relevés effectués en 1978 dans le périmètre d'élevage. (a) courbe des précipitations, (b) courbe des températures.

pendant la nuit entre 20 heures et 6 heures, et une seconde période de grandes variations qui correspond à la journée au cours de laquelle l'humidité relative décroît de 85 % à 40 % (Fig. 3) quelle que soit la saison (sèche ou de pluie).

Le diagramme ombrothermique de la figure 4 montre une petite saison de pluie de novembre à mi-janvier et une grande saison de pluie de mi-janvier à fin mai. De juin à octobre, les précipitations sont inférieures à 50 mm et correspond à la saison sèche.

La région étudiée est une forêt claire à *Hypphaene ventricosa* Kirk. où sont représentés le *Brachiaria ruziziensis* GERMAIN et EVRARD, le *Sporobolus pyramidalis* Beauv., les *Hyparrhenia* spp., le *Panicum maximum* Jacq. et les *Commelina* spp. On y trouve également une savane arbustive accompagnée d'épineux regroupés en bosquets et les graminées à haute taille (GERMAIN, 1952, LEWALLE, 1972, REEKMANS, 1975 et POZY, 1978).

## MATERIEL ET METHODES EXPERIMENTALES

### Origine du matériel d'étude

Le périmètre d'élevage a été créé pour la recherche et l'expérimentation d'une méthode pastorale améliorée en procédant par croisements répétés entre les vaches autochtones (*Ankole*), les zébus (*Sahiwal*s) et les vaches d'origine européenne (*Jersey*).

L'existence de cette station de recherche dans la plaine de la Ruzizi à 20 km de Bujumbura nous a permis d'entreprendre sur place une étude synécologique des peuplements de Coléoptères associés aux excréments de trois races de Bovidés domestiques citées ci-dessus.

Les vaches *Ankole* représentent presque la totalité du bétail du Burundi et correspondent aux purs Sanga à longues cornes tels qu'ils se rencontrent en Uganda dans la région du Sud-Ouest de ce pays. D'après DAVIDSON (1961, in EPSTEIN, 1971), les vaches *Ankole* auraient été introduites de l'Uganda au Burundi, au Rwanda et dans la région du Kivu par les pasteurs vers le 14ème siècle (EPSTEIN, 1971). Mais les pasteurs nilotiques s'infiltrèrent dans le territoire interlacustre déjà vers la fin du 10ème siècle (EPSTEIN, 1971). Lorsque les pasteurs des Sanga arrivèrent au voisinage du lac Victoria, une partie d'entre eux prit la direction du Sud à l'Est du lac, une autre vers l'Est et vers le lac Tanganika où il y avait des pâturages sans trypanosomiasés. Le bétail

*Ankole* fut ensuite poussé vers le Sud et à l'Ouest de l'Afrique par l'invasion des *Glossina morsitans* L.

Les zébus du périmètre d'élevage ont été introduits au Burundi très récemment en 1970. Ils proviennent d'un stock parental pakistanais à bosse thoracique, largement implanté à l'heure actuelle au Kenya, en Afrique orientale.

Les vaches européennes, appelées "Jersey", actuellement élevées dans la plaine de la Ruzizi, proviennent du Danemark.

### Méthodes expérimentales

Nous avons sélectionné trois troupeaux de vaches *Ankole*, de "Jersey" et de Zébus (20 vaches par troupeau) que nous avons parqués séparément au cours d'une journée entière afin d'obtenir un nombre suffisant d'excréments frais (30 excréments par troupeau). A la fin de la journée, toutes les vaches sont placées dans d'autres enclos pour qu'elles ne piétinent pas le stock d'excréments destiné à notre étude. Nous avons ensuite prélevé, de jour en jour, et chaque jour à la même heure (10 heures du matin), un excrément de chaque bovidé avec le sol sous-jacent jusqu'à 30 cm de profondeur. Après avoir pesé chaque excrément entier, nous en avons retenu une partie soumise à dessiccation à 105° C pendant 72 heures pour la détermination de la quantité totale de la matière sèche, le reste de l'excrément étant soumis à l'extraction au moyen de la méthode classique de flottaison. Cette disposition expérimentale a été réalisée en septembre et répétée en octobre 1978 dans les mêmes parcelles. Les résultats obtenus au cours de ces deux séries d'échantillonnage sont quasi identiques. C'est la raison pour laquelle les valeurs présentées dans ce travail correspondent à la moyenne des observations numériques obtenues pour les deux mois d'échantillonnage.

Les Coléoptères ont été ramenés au laboratoire de Morphologie, Systématique et Ecologie Animales de l'Université de Liège pour identification et dénombrement. L'étude taxonomique de ces insectes a été réalisée au Musée Royal de l'Afrique Centrale de Tervuren. Les groupes difficiles à identifier, notamment les Staphilinidae africains, ont été identifiés jusqu'au niveau du genre.

### Variation des caractères écologiques des excréments

La température très élevée au cours de l'été (Fig. 2) entraîne une activité remarquablement intense des Coléoptères coprophiles. Ces insectes

tes, notamment les Scarabaeidae, envahissent les excréments dès leur dépôt et commencent aussitôt à creuser sous ceux-ci des galeries dans lesquelles ils entraînent des masses considérables de matières fécales où elles se trouvent désormais protégées contre l'assèchement rapide. Ces masses fécales emprisonnées dans les galeries souterraines serviront de réserves alimentaires à la fois pour les larves et les adultes eux-mêmes. L'action conjuguée de ces deux facteurs (température élevée et enfouissement rapide) entraîne la diminution rapide de la teneur en eau et la disparition précoce des excréments à la surface du sol. Le sixième jour après le dépôt, il ne reste plus d'excréments sur le sol si ce n'est des débris secs, restes de la croûte. La figure 5 montre les variations de l'humidité relative dans les excréments de trois races domestiques de Bovidés depuis le dépôt (temps zéro) jusqu'à leur disparition complète à la surface du sol (sixième jour).

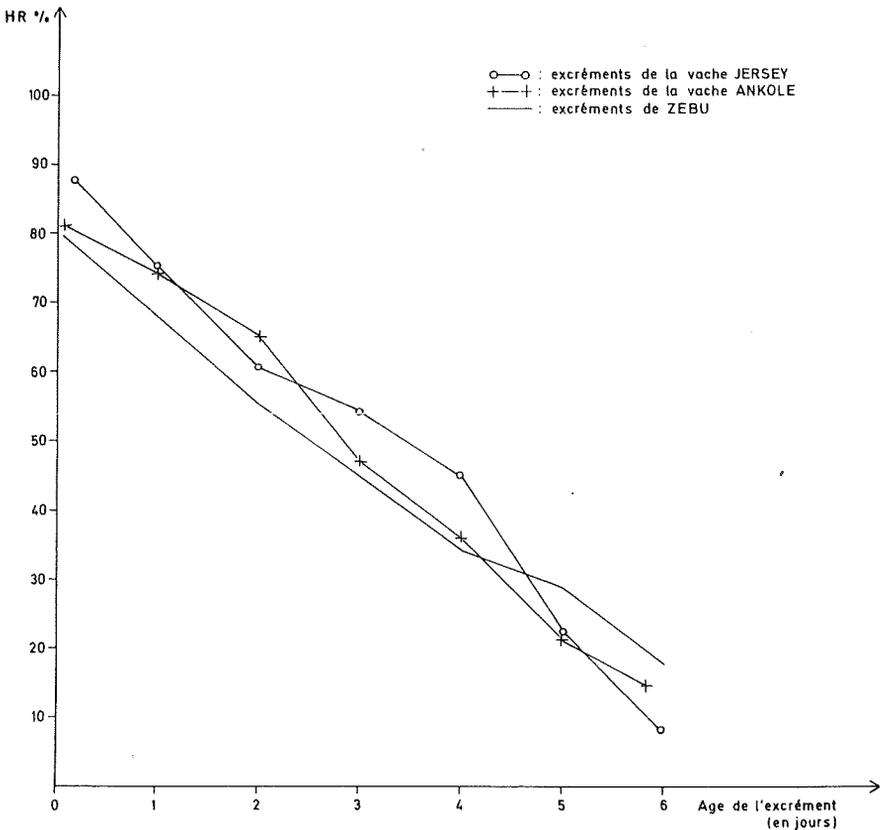


Fig. 5 : Variation de l'humidité relative dans les trois types d'excréments depuis leur dépôt jusqu'à leur disparition à la surface du sol.

La diminution de la teneur en eau est rapide et quasi linéaire dans les trois cas. Dès le dépôt, les excréments de la vache *Ankole* et du Zébu ont une consistance plus compacte que ceux de la vache "Jersey". Trois jours après le dépôt, la teneur en eau tombe en-dessous de 50 % dans les excréments de la vache *Ankole* et du zébu alors qu'elle reste encore supérieure à 50 % dans ceux de la vache "Jersey". Dans ce dernier cas, il se forme une croûte qui protège l'excrément contre la dessiccation rapide. La croûte demeure intacte jusqu'au sixième jour. Dans les excréments de la vache *Ankole* et du zébu, au contraire, la formation de la croûte est interrompue dès le premier jour par l'arrivée massive et progressive des Scarabaeidae qui creusent et enfouissent activement les excréments.

## RESULTATS EXPERIMENTAUX

### Succession des communautés coprophiles au cours de la maturation des excréments

Outre l'étude qualitative des communautés de Coléoptères associés aux excréments des trois races domestiques de Bovidés, nous avons suivi l'évolution des populations de ces insectes au fur et à mesure du vieillissement des excréments (Tabl. I, II et III). Nous y présentons la liste des espèces inventoriées dans chaque type d'excrément; chaque espèce ou groupe d'espèces est caractérisée par les densités numériques absolues observées au sein de la matière fécale (E) et dans le sol sous-jacent (S) au cours du temps (6 jours). Après cette courte période, nous n'observons aucun insecte adulte ni dans la masse fécale ni en profondeur en-dessous de celle-ci. Seules les larves de Scarabaeidae sont présentes dans le sol. Le départ des Coléoptères coprophiles adultes a donc été précoce, ce qui peut s'expliquer par deux raisons étroitement associées :

- a) Les températures les plus élevées s'observent durant les mois de septembre et d'octobre (Fig. 2 et 3), (de 20 à 35° C). En outre, l'humidité relative de l'air à l'abri descend jusqu'à 40 % au cours de la journée. Les précipitations sont presque nulles. Suite à ces conditions climatiques très drastiques, les excréments subissent une forte évaporation.
- b) L'abondance des Coléoptères de grande taille, notamment des Scarabaeidae, qui fragmentent et enfouissent activement les excréments dès le premier jour, entraîne la disparition rapide de ceux-ci à la surface du sol, interrompant ainsi la formation d'une croûte qui agit

Nombre de jours	1		2		3		4		5		6		Total
	E	S	E	S	E	S	E	S	E	S	E	S	
<i>Sisyphus spinipes</i> Thumb.	36	30	15	6	10	4	-	-	12	-	-	-	73
<i>Sisyphus ocellatus</i> Reich.	12	3	30	18	60	20	-	-	6	-	-	-	108
<i>Copris armiger</i> Gillet.	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	0
<i>Copris moffartsi</i> Gillet.	-	-	-	3	-	6	-	-	-	-	-	-	0
<i>Copris orphanus</i> Guér.	-	3	-	6	-	8	-	-	-	6	-	-	0
<i>Onitis alexis</i> Klug.	6	9	3	3	-	-	-	-	-	12	-	-	9
<i>Onitis lamnifer</i> Gillet.	3	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
<i>Drepanocerus Kirbyi</i> Kirb.	3	-	6	12	20	4	-	-	6	12	-	-	35
<i>Euoniticellus intermedius</i> Reich.	21	-	114	33	26	96	-	-	-	6	-	-	161
<i>Euoniticellus parvus</i> Kr.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
<i>Liatongus militaris</i> Cast.	-	-	24	9	4	40	-	-	-	-	-	-	28
<i>Onthophagus corniceps</i> D'Orby.	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	0
<i>Onthophagus pugionatus</i> Fabr.	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	4
<i>Onthophagus vinctus</i> Er.	9	3	12	24	40	18	-	-	-	-	-	-	61
<i>Proagoderus lallierianus</i> Jans.	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	0
<i>Colobopterus maculicollis</i> Reich.	3	-	-	15	2	14	-	-	-	-	-	-	5
<i>Aphodius sublividus</i> Balth.	12	-	96	30	32	4	-	-	18	12	-	-	158
<i>Aphodius rwandanus</i> Endr.	6	-	33	12	28	2	-	-	-	-	-	-	67
<i>Hister caffer</i> Er.	-	12	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
<i>Hister coprophilus</i> Reich.	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
<i>Hister nigrita</i> Er.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
<i>Cercyon nova</i> D'orch.	24	-	6	-	10	-	-	-	-	-	-	-	40
<i>Cercyon</i> spp.	33	3	189	-	208	-	-	-	570	12	18	-	1000
<i>Cercyon sturmi</i> D'orch.	12	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18
<i>Sphaeridium cafferum</i> Cast.	18	3	42	-	-	-	-	-	-	-	-	-	60
<i>Philonthus</i> spp.	9	3	27	3	8	-	-	-	54	-	-	-	98
<i>Oxytelus</i> spp.	108	-	126	3	68	-	-	-	54	-	-	-	356
<i>Tachinus</i> spp.	-	-	-	-	-	-	-	-	18	-	-	-	18
<i>Aleochara</i> spp.	-	3	18	3	24	2	-	-	6	-	-	-	48
<i>Atheta</i> spp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
<i>Ptiliidae</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
													2902

Tabl. I : Vache Ankoïe : Abondance numérique absolue (exprimée en nombre d'individus par kg de matière fécale sèche) des espèces de coléoptères associées aux excréments au cours de leur vieillissement. (E : dans les excréments, S : dans le sol sous-jacent).

Nombre de jours	1		2		3		4		5		6		Total
	E	S	E	S	E	S	E	S	E	S	E	S	
<i>Sisypbus spinipes</i> Ihumb.	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4
<i>Sisypbus ocellatus</i> Reich.	24	8	40	80	-	-	-	-	-	-	-	-	64
<i>Copris armiger</i> Gillet	-	4	-	-	3	-	-	-	18	-	-	-	0
<i>Copris moffartsi</i> Gillet	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
<i>Copris orphanus</i> Guér.	-	4	-	-	-	-	-	-	18	-	-	-	0
<i>Onitis alexis</i> Klug.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
<i>Onitis lamifer</i> Gillet	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	0
<i>Drepanocerus kirbyi</i> Kirb.	-	-	-	-	-	9	-	-	18	-	-	-	0
<i>Euoniticeilus intermedius</i> Reich.	12	4	12	16	3	33	-	-	18	-	-	-	33
<i>Euoniticeilus parvus</i> Kr.	-	-	-	-	21	6	-	-	-	-	-	-	33
<i>Liatongus militaris</i> Cast.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
<i>Onthophagus corniceps</i> D'Orby	80	16	404	144	6	6	-	-	36	-	-	-	490
<i>Onthophagus pugnatus</i> Fabr.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
<i>Onthophagus vinctus</i> Er.	20	-	92	42	-	-	-	-	-	-	-	-	112
<i>Proagoderus lallierianus</i> Jans.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
<i>Colobopteris maculicollis</i> Reich.	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	0
<i>Aphodius sublividus</i> Balth	4	-	4	-	33	36	-	-	-	-	-	-	41
<i>Aphodius rwandanus</i> Endr.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
<i>Hister caffer</i> Er.	-	-	4	4	-	6	-	-	-	-	-	-	4
<i>Hister coprophilus</i> Reich.	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	0
<i>Hister nigrita</i> Er.	-	-	-	-	42	9	-	-	-	-	-	-	3
<i>Cercyon hova</i> D'orch.	12	-	12	4	168	195	-	-	54	18	-	-	66
<i>Cercyon</i> spp.	8	8	8	12	-	-	-	-	-	-	-	-	238
<i>Cercyon sturmi</i> D'orch.	24	-	8	-	45	9	-	-	-	-	-	-	8
<i>Sphaeridium cafferum</i> Cast.	8	16	112	4	12	-	-	-	-	36	-	-	69
<i>Philonthus</i> spp.	8	-	64	-	39	-	-	-	-	-	-	-	132
<i>Oxytelus</i> spp.	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	111
<i>Tachirus</i> spp.	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4
<i>Aleochara</i> spp.	16	-	-	4	9	-	-	-	6	72	-	-	25
<i>Atheta</i> spp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
<i>Ptiliidae</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
													2346

Tabl. II : Même légende que Tabl. I sauf pour vache "Jersey".

Nombre de jours	1		2		3		4		5		6		Total	
	E	S	E	S	E	S	E	S	E	S	E	S		
<i>Sisyphus spinipes</i> Thumb.	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11	0
<i>Sisyphus ocellatus</i> Reich.	14	2	21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	35	2
<i>Copris armiger</i> Gillet	-	-	2	-	3	-	-	-	-	-	-	-	5	28
<i>Copris moffarsi</i> Gillet	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0
<i>Copris orphanus</i> Guer.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0
<i>Onitis alexis</i> Klug.	-	5	8	-	5	-	-	-	-	-	-	-	13	5
<i>Onitis lamifer</i> Gillet	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0
<i>Drepanocerus kirbyi</i> Kirb.	2	2	4	4	5	-	-	-	-	-	-	-	11	0
<i>Eumoniticeilus intermedius</i> Reich.	34	23	32	76	10	3	-	-	-	-	-	-	76	102
<i>Eumoniticeilus parvus</i> Kr.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0
<i>Liatongus militaris</i> Cast.	7	20	21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	28	20
<i>Orthopagus corniceps</i> D'Orby	16	5	87	-	-	-	-	-	-	-	-	-	103	5
<i>Orthopagus pugionatus</i> Fabr.	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	30
<i>Orthopagus vinctus</i> Er.	32	11	127	-	-	-	-	-	-	-	-	-	159	11
<i>Proaogoderus lallierianus</i> Jans.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0
<i>Colobopteris maculicollis</i> Reich.	-	2	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	0	4
<i>Aphodius sublividus</i> Balth.	2	-	38	2	10	8	-	-	-	-	-	-	50	24
<i>Aphodius rwandanus</i> Endr.	-	-	15	-	8	-	-	-	-	-	-	-	23	0
<i>Hister caffer</i> Er.	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	0
<i>Hister coprophilus</i> Reich.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	14
<i>Hister nigrita</i> Er.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0
<i>Cercyon hova</i> D'orch.	9	9	13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22	9
<i>Cercyon</i> spp.	313	-	493	125	143	123	-	-	-	-	-	-	1243	459
<i>Cercyon sturmi</i> D'orch.	-	-	2	4	-	-	-	-	-	-	-	-	2	0
<i>Sphaeridium cafferum</i> Cast.	5	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	9	4
<i>Philonthus</i> spp.	20	-	25	8	44	-	-	-	-	-	-	-	89	8
<i>Oxytelus</i> spp.	14	4	42	-	-	29	-	-	-	-	-	-	56	34
<i>Tachirus</i> spp.	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	0
<i>Aleochara</i> spp.	-	2	-	-	8	-	-	-	-	-	-	-	8	2
<i>Atheta</i> spp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0
<i>Pelillidae</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0
													2714	

Tabl. III : Même légende que Tabl. I sauf pour Zébu.

normalement comme une couche de protection contre une forte évaporation.

L'examen des tableaux I, II et III permet de constater que les densités numériques des insectes coprophiles augmentent entre le premier et le troisième jour après le dépôt des excréments, puis elles diminuent pour être nulles vers le sixième jour. Entre le troisième et le sixième jour, les Coléoptères, notamment les Scarabaeidae, deviennent abondants dans le sol sous les excréments. Les Scarabaeidae sont également les plus diversifiés. En effet, sur 31 espèces ou groupe d'espèces recensées, 17 appartiennent à la famille des Scarabaeidae. Les différentes espèces se répartissent comme suit dans les excréments de trois Bovidés étudiés :

- 1) Les Scarabaeidae : a) Sur 17 espèces de Scarabaeidae inventoriées, 16 se rencontrent dans les excréments de la vache *Ankole* (Tabl. I).  
b) L'excrément de vache "Jersey" est colonisé par 11 espèces de Scarabaeidae sur les 17 inventoriées (Tabl. II). Six de ces espèces ne semblent pas être attirées par cet excrément. Il s'agit de *Proagoderus lallierianus* Jans., *Copris moffartsi* Gillet, *Onitis alexis* Klug., *Liatongus militaris* Cast., *Aphodius rwandanus* Endr. et *Onthophagus pugnatus* Fabr.  
c) Concernant l'excrément de Zébu (Tabl. III), 4 espèces sur 17 récoltées ne fréquentent pas cette bouse (*Proagoderus lallierianus* Jans., *Copris moffartsi* Gillet, *Copris orphanus* Guér. et *Onitis lamnifer* Gillet).
- 2) Parmi les Hydrophilidae, *Sphaeridium caffrum* Cast. est rarissime, mais les espèces appartenant au genre *Cercyon* sont abondantes, particulièrement dans l'excrément de la vache *Ankole*.
- 3) Concernant les Histeridae, trois espèces ont été inventoriées mais elles ne sont guère nombreuses ni constamment présentes dans les différentes matières fécales étudiées.
- 4) Parmi les Staphilinidae, les *Philonthus*, les *Aleochara* et les *Atheta* visitent les excréments et le sol sous-jacent; tandis que les espèces appartenant aux genres *Oxytelus* et *Tachinus* ne restent au sein des matières fécales que pendant les trois premiers jours. Les *Philonthus*, les *Aleochara* et les *Atheta*, au contraire, ne quittent le milieu qu'après le cinquième jour. Les premiers ont un régime alimentaire coprophage alors que les derniers sont carnivores. Les espèces coprophages restent dans les excréments pendant une période relativement plus courte que les carnivores (KOSKELA, 1972). D'après cet auteur,

la présence des *Philonthus*, des *Aleochara* et des *Atheta* dans le sol sous-jacent à l'excrément lorsque celui-ci entre dans sa phase ultime de dégradation serait en rapport avec la présence des oeufs et des larves de Diptères et de Scarabaeidae sous l'excrément.

### Etude des communautés de Scarabaeidae coprophages au point de vue de leur position spatiale

Avant d'aborder l'analyse des résultats expérimentaux, il paraît nécessaire de rappeler tout d'abord les principaux facteurs susceptibles d'influencer profondément la dispersion des Scarabaeidae coprophages au sein du biotope "excrément-sol". Ils sont de deux sortes :

- a) Les facteurs édaphiques et microclimatiques : la nature du sol sur lequel l'excrément est déposé, l'âge de celui-ci, la température et l'humidité relative de l'air qui varient en fonction des saisons.
- b) Les facteurs intrinsèques à la biocénose elle-même : le régime alimentaire, le rythme nycthéral et le mode de nidification propres à chaque espèce.

L'interaction de tous ces facteurs fait, d'une part, que certaines espèces n'occupent qu'une partie bien déterminée du biotope "excrément-sol" (la masse fécale ou le sol sous-jacent) et que, d'autre part, pour d'autres espèces, il existe des migrations horizontales à partir de la masse fécale mais aussi et surtout des migrations verticales entre la masse fécale et le sol sous-jacent. Il est donc difficile d'attribuer à chaque espèce une position spatiale déterminée. Cependant, il est possible de situer la position spatiale instantanée des différentes espèces de Scarabaeidae coprophages lorsqu'elles sont observées au cours de leur activité à un moment précis de la journée (10 heures du matin) avant que les conditions climatiques ( $T^{\circ}$  et HR %, Fig. 2 et 3) n'arrêtent ou ne ralentissent cette activité. En effet, l'échantillonnage des Coléoptères associés aux excréments du bétail nous a permis de mettre en évidence d'une part les espèces observées au sein de la masse fécale et d'autre part celles rencontrées dans le sol sous-jacent au cours de l'évolution biocénotique destructrice, en été. Une telle distinction des espèces de Scarabaeidae coprophages sur la base de leur position spatiale dans le biotope "excrément-sol" à un moment précis de leur activité au cours de la journée et en fonction du vieillissement des excréments donne une image plus précise des espèces qui sont activement impliquées dans les processus d'enfouissement et de la dégradation de la matière fécale des

Bovidés concernés en été.

Les figures 6, 7 et 8 montrent l'abondance numérique absolue des différentes espèces de Scarabaeidae coprophages observées dans la masse fécale et en-dessous de celle-ci, respectivement dans les excréments de la vache *Ankole*, de la vache "Jersey" et du Zébu.

1) Sur le plan qualitatif :

a) Parmi les 16 espèces récoltées dans l'excrément de la vache *Ankole* (Fig. 6), quatre ne s'observent que dans le sol (*Proagoderus lallierianus* Jans., *Copris moffartsi* Gillet, *Copris orphanus* Guér. et *Copris armiger* Gillet); 11 espèces fréquentent à la fois la masse fécale et le sol sous-jacent et une seule espèce (*Onthophagus vinctus* Er.) s'observe au sein de l'excrément.

b) L'excrément de la vache "Jersey" abrite 11 espèces de Scarabaeidae coprophages (Fig. 7) dont quatre n'ont été inventoriées que dans le sol (*Copris orphanus* Guér., *Copris armiger* Gillet, *Onitis lamnifer* Gillet et *Colobopterus maculicollis* Reich.), une espèce (*Sisyphus spinipes* Thumb.) en surface et 6 autres espèces se trouvent au sein de l'excrément et dans le sol sous-jacent.

c) L'excrément de Zébu (Fig. 8) est fréquenté par 13 espèces de Scarabaeidae parmi lesquelles deux sont récoltées dans la masse fécale (*Sisyphus spinipes* Thumb. et *Aphodius rwandanus* Endr.), 2 espèces s'observent dans le sol sous l'excrément (*Colobopterus maculicollis* Reich. et *Onthophagus pugionatus* Fabr.) et 9 sont abondantes au sein de l'excrément mais également représentées dans le sol sous-jacent.

L'analyse que nous venons de faire (Fig. 6, 7 et 8) montre que les Scarabaeidae constituent un groupe à la fois riche et diversifié en milieu tropical africain. L'étude des composantes qualitatives et quantitatives de ces communautés coprophages permet en outre de souligner les différences qui existent entre les excréments des trois races domestiques de Bovidés. A ce propos, il se dégage deux extrêmes tenus d'une part par l'excrément de la vache *Ankole*, qui est riche à la fois en espèces et en nombre d'individus et d'autre part par l'excrément de la vache "Jersey", relativement pauvre à ce même point de vue, tandis que l'excrément de Zébu occupe une position intermédiaire.

2) La position spatiale des différentes espèces de Scarabaeidae coprophages en rapport avec leur activité de nidification :

a) Deux espèces du genre *Sisyphus* sont des bousiers rouleurs d'excrément sous forme de pilules. Elles les transportent à distance (FABRE,

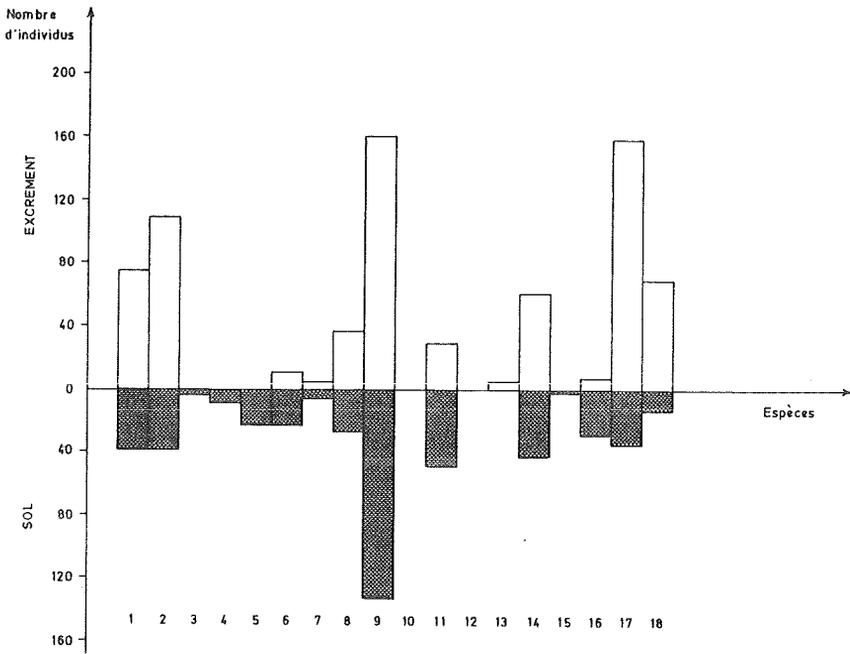


Fig. 6 : Excrément de la vache *Ankole* : Mise en évidence des espèces de Scarabaeidae de surface et de profondeur. Les numéros 1 à 18 correspondent aux noms d'espèces du tableau I.

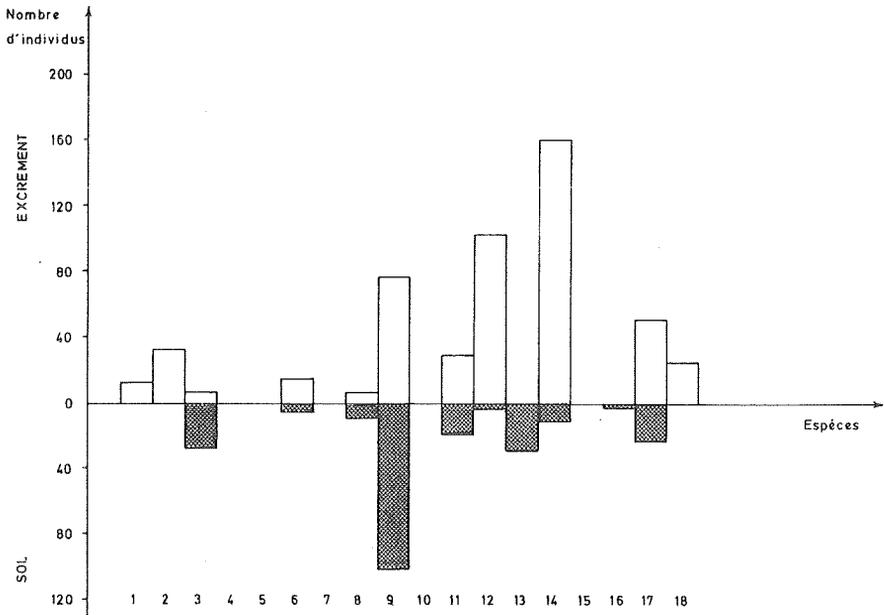


Fig. 7 : Excrément de la vache "Jersey" : Mise en évidence des espèces de Scarabaeidae de surface et de profondeur. Les numéros 1 à 18 correspondent aux noms d'espèces du tableau II.

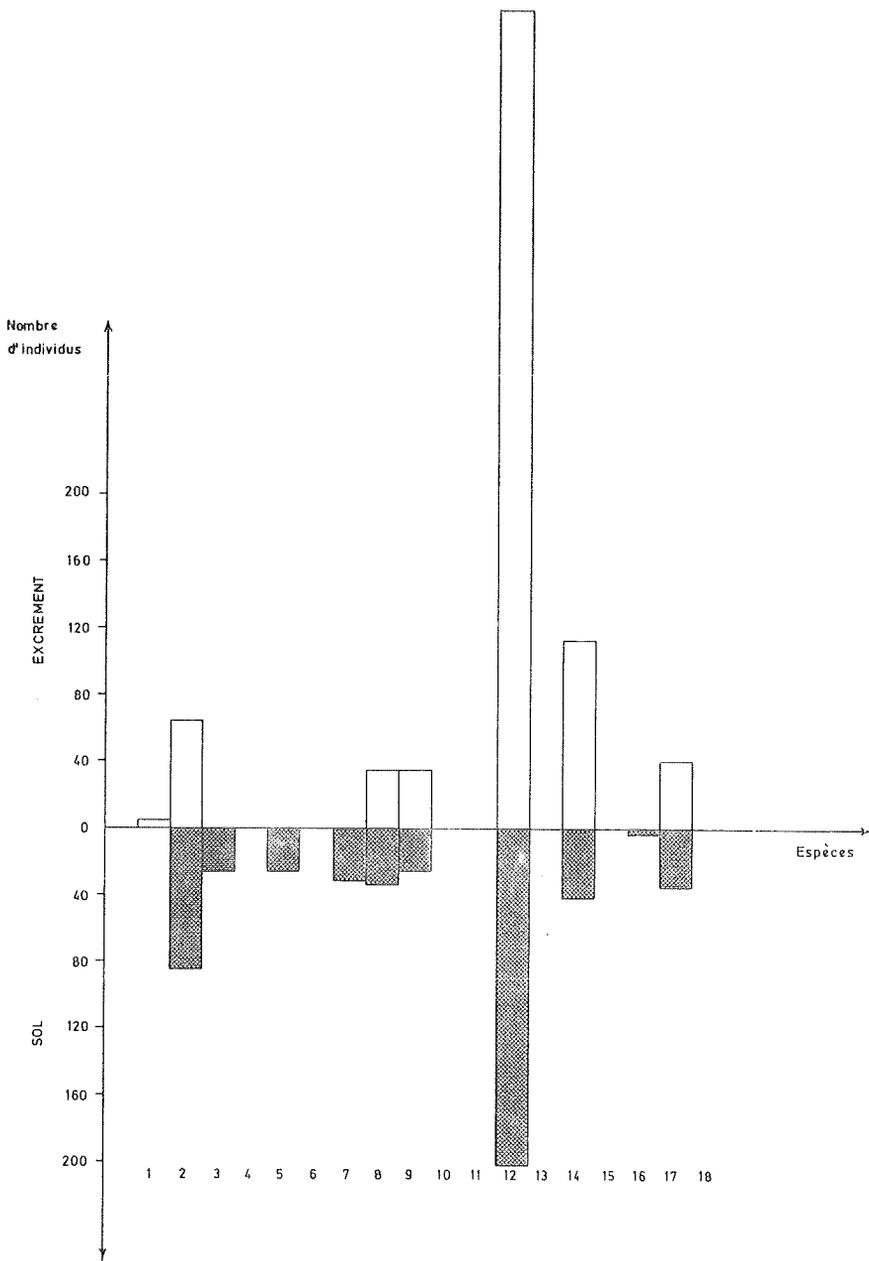


Fig. 8 : Excrément de Zébu : Mise en évidence des espèces de Scarabaeidae de surface et de profondeur. Les numéros 1 à 18 correspondent aux noms d'espèces du tableau III.

1932 et HALFFTER, 1977) et abandonnent les pilules et la ponte à la surface du sol dans le cas de *Sisyphus spinipes* Thumb. (WALTER, 1980) ou font un terrier et enterrent les masses fécales dans le sol et protègent ainsi des réserves alimentaires pour leur progéniture. Ces espèces effectuent donc des migrations horizontales entre l'endroit où les excréments sont déposés et les lieux de ponte.

b) Les espèces des genres *Copris* et *Onitis* (*Copris armiger* Gillet, *Copris moffartsi* Gillet, *Copris orphanus* Guér., *Onitis alexis* Klug. et *Onitis lamnifer* Gillet) ne transportent pas d'excréments comme le font les *Sisyphus*, mais les enfouissent directement dans le sol sous-jacent (FABRE, 1932, HALFFTER, 1977 et WALTER, 1980) jusqu'à 30 cm de profondeur dans le cas d'un sol sableux de la région étudiée. Ces espèces effectuent donc essentiellement des migrations verticales.

c) *Euoniticellus intermedius* Reich. et *Proagoderus lallierianus* Jans. pénètrent dans la masse fécale à une petite profondeur mais ne semblent pas faire de véritables terriers. Toutefois, *Liatongus militaris* Cast. fait un terrier vertical sous l'excrément qu'il remplit d'excrément en forme de boudin, comme HALFFTER (1977) l'a observé chez *Liatongus monstrosus* Bates.

d) Les espèces des genres *Onthophagus* et *Drepanocerus* sont très abondantes dans la masse fécale quand elle est encore fraîche (au cours des deux premiers jours après le dépôt) et vont en profondeur soit pour nidifier, soit pour rechercher simplement un abri humide.

e) Les *Aphodius* (*Aphodius sublividus* Balth., *Aphodius rwandanus* Endr.) et *Coloboapterus maculicollis* Reich. déposent leurs oeufs sans précautions spéciales dans la masse fécale ou sous celle-ci (PEYERINHOFF, 1933 in GRASSE, 1949, HALFFTER, 1977 et LUMARET, 1975).

En conclusion, l'activité de nidification des espèces de Scarabaeidae étudiées permet de comprendre la présence dans ou sous l'excrément de certaines espèces mais ne suffit pas pour expliquer la présence dans le sol sous-jacent d'un certain nombre d'individus de *Sisyphus spinipes* Thumb., de *Sisyphus ocellatus* Reich., de *Coloboapterus maculicollis* Reich. et d'*Aphodius* qui n'enterrent généralement pas des matières fécales dans le sol. De plus, toutes les espèces rencontrées dans ou sous l'excrément ne sont pas nécessairement en pleine activité de nidification. La plupart d'entre-elles (*Copris*, *Onitis* par exemple) sont inféodées au sol. Une autre explication est donc nécessaire. En effet, nous avons vu au début de cette étude que les excréments ont été déposés dans des parcel-

les établies sur du sable grossier. En outre, les températures les plus élevées se situent en septembre et en octobre (Fig. 2 et 3), (de 20 à 35° C), mois au cours desquels nos observations ont été réalisées. L'humidité relative de l'air sous abri descend jusqu'à 40 % au cours de la journée. Les précipitations enregistrées sont très faibles durant cette période (Fig. 4). Suite à ces conditions climatiques très drastiques, les excréments subissent une forte évaporation. Tous ces facteurs climatiques et édaphiques associés au comportement de nidification des différentes espèces expliquent la présence de certaines espèces typiquement endocopres dans le sol sous les excréments où elles pénètrent surtout à partir du deuxième jour après le dépôt (Tabl. I, II et III). Nous pensons que *Sisyphus spinipes* Thumb., *Sisyphus ocellatus* Reich. et les *Aphodiidae* ont dû s'enterrer sous les excréments à cause de la température excessive ou bien les *Aphodiidae* auraient été entraînés dans le sol avec les masses fécales enfouies par les *Copris* et les *Onitis* étant donné leur taille réduite. Des adaptations climatiques semblables ont été observées chez certaines espèces d'*Aphodiinae* par ROUGON et ROUGON (1980) en région sahélienne en saison sèche au cours de laquelle sévissent des conditions climatiques drastiques. En effet, les *Aphodiinae* étudiés par ces auteurs montrent une certaine plasticité dans leur comportement et adaptent celui-ci aux conditions climatiques assurant ainsi leur maintien tout au long de l'année. Il est important de signaler ici qu'aucun *Sisyphus* n'a été trouvé sous les excréments au cours de nos observations réalisées en saison de pluies.

#### Biomasse des Coléoptères coprophiles

Nous avons mesuré la biomasse de toutes les espèces ou groupes d'espèces inventoriées dans les excréments de différents Bovidés étudiés en déterminant le poids de la matière organique sèche des insectes récoltés dans un kg d'excrément sec. Les espèces qui ne totalisent pas au moins 50 mg (poids sec) par kg ont été négligées. A partir de ces données, nous avons construit les figures 9 A, 9 B et 9 C, qui mettent en évidence les biomasses comparées de 19 espèces ou groupes d'espèces les plus importantes. Quinze espèces sur 19 appartiennent à la famille des Scarabaeidae, 2 aux Histeridae et deux groupes d'espèces (*Cercyon* spp et *Philonthus* spp) appartiennent respectivement à la famille des Hydrophilidae et des Staphilinidae. Soulignons dès à présent que les *Cercyon* spp, malgré leur densité très élevée, ne représentent qu'une biomasse très réduite dans l'ensemble des communautés coprophiles.

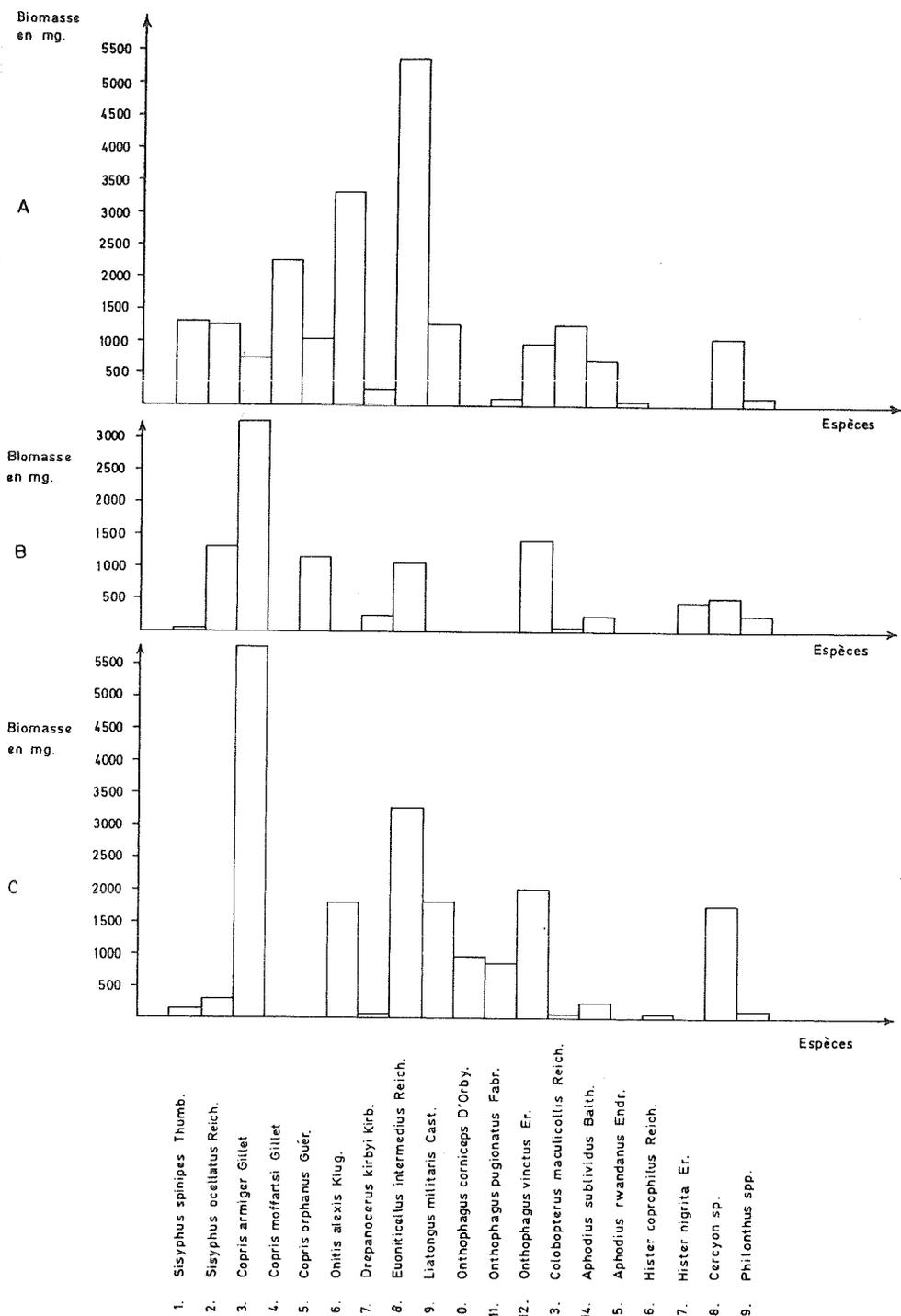


Fig. 9 : Représentation comparée des espèces de Coléoptères coprophiles les plus importantes sur la base de leur biomasse (exprimée en mg de matière organique sèche par kg d'excrément sec) observées dans les excréments de la vache *Ankole* (A), de la vache "Jersey" (B) et de Zébu (C).

Concernant les espèces prédatrices, celles des genres *Hister* et *Philonthus*, elles ne semblent pas exercer une pression importante au niveau des populations larvaires d'autres insectes étant donné leur biomasse également réduite.

L'importance prépondérante prise par les espèces de Scarabaeidae qui représentent presque la totalité de la biomasse, notamment dans l'excrément de la vache *Ankole* justifie en grande partie la disparition rapide des excréments à la surface du sol dans la région étudiée.

Sur le plan qualitatif et quantitatif, nous avons déjà vu que l'excrément de la vache *Ankole* est le plus colonisé. La détermination de la biomasse montre également que cet excrément attire beaucoup de Scarabaeidae et permet l'élaboration d'une biomasse élevée.

## CONCLUSION

Nous avons suivi l'évolution des peuplements de Coléoptères associés aux excréments de trois races domestiques de Bovidés (vache *Ankole*, vache "Jersey" et Zébu) en milieu tropical africain en été 1978, au cours du vieillissement des matières fécales.

L'analyse des composantes spécifiques de ces communautés coprophiles et leur étude quantitative ont révélé une richesse considérable en Scarabaeidae coprophages dans cette région. L'étude de ces Coléoptères au point de vue de leur position spatiale met en évidence l'importance des espèces de Scarabaeidae dans l'incorporation au sol des matières organiques d'origine fécale. Cette mise en évidence ainsi que la détermination des biomasses des principales espèces permettent de montrer que l'excrément de la vache autochtone (*Ankole*) est incontestablement le plus riche à la fois en espèces et en nombre d'individus, ce qui prouve la tendance à une certaine sténophagie. La nidification des Scarabaeidae adultes associée à leur coprophagie semblerait déterminée par les caractéristiques écologiques du "système excrément-sol". En effet, un excrément déposé à la surface du sol en milieu tropical est caractérisé par sa rapidité d'évolution en été à cause notamment des conditions de température et d'humidité relative de l'air qui font que l'invasion, la colonisation et finalement l'intégration des excréments au sol doivent se faire avant qu'ils ne subissent un assèchement trop poussé. En relation avec ces caractéristiques écologiques, les Coléoptères coprophiles, notamment les Scarabaeidae, ont développé des types de comportement qui protègent, en

les enfouissant, des masses considérables d'excréments destinées à l'alimentation soit des larves, soit des adultes eux-mêmes, soit encore des deux à la fois. Ces masses fécales qui se trouvent enveloppées dans les galeries souterraines jusqu'à 30 cm de profondeur sont soustraites à l'assèchement rapide et deviennent des abris favorables au développement de la majorité des Scarabaeidae au moment où l'excrément et la faune qui y vit ont disparu de la surface du sol. Les variables écologiques extrinsèques à la biocénose coprophile elle-même, notamment la température, l'humidité relative de l'air, l'origine de l'excrément, la consistance de celui-ci et la durée de sa présence dans l'écosystème pâturé ne sont donc pas les seuls facteurs régulateurs de l'abondance des communautés coprophiles : en plus des facteurs énumérés ci-dessus, viennent s'ajouter le comportement de nidification et le régime alimentaire.

#### REMERCIEMENTS

Nous exprimons notre profonde gratitude à Monsieur le professeur Ch. JEUNIAUX et à Monsieur M. DESIERE, chef de travaux, qui ont suivi le déroulement de ce travail et qui en ont discuté les résultats. Nous remercions également Monsieur J. DECELLE de nous avoir permis d'accéder à la collection d'entomologie du Musée de Tervuren ainsi que Monsieur A. ALLAER de son aide précieuse qu'il nous a apportée au cours de l'identification des Coléoptères coprophiles africains.

#### BIBLIOGRAPHIE

- BARAUD, J., 1977. Coléoptères Scarabaeoidea : faune de l'Europe occidentale. *Suppl. Nouv. Rev. Ent.*, VII, 3, 352 p.
- BORNEMISSZA, G.F., 1960. Could dung eating insects improve our pastures. *J. Australian Inst. Agr. Sci.*, 26 (1), 54-56.
- DAJOZ, R., 1971. Un nouveau Coléoptère Aphodiidae : *Termitodius bolivien-sis*. *Bull. Soc. Entr. Fr.*, 76, 138-140.
- DAJOZ, R., 1974. *Dynamique des populations*. Paris, 301 p.
- DESIERE, M., 1974. Ecologie des Coléoptères coprophiles en prairie pâturée et en forêt. Thèse de doctorat, Université de Liège, Fac. Sc., 235 p.
- EPSTEIN, H., 1971. *The origin of the domestic animals of Africa*. Vol. I Africana Publishing Corporation, Edition Leipzig, 573 p.

- FABRE, J.H., 1932. *Souvenirs entomologiques*. Sixième série. Etude sur l'instinct et les moeurs des insectes. Librairie Delagrave, Paris, 381 p.
- GERMAIN, R., 1952. Les associations végétales de la plaine de la Ruzizi. *Publ. I.N.E.A.C., Serv. Sc.*, 52, 321 p.
- GILLARD, P., 1967. Coprophagus beetles in pasture ecosystems. *The Journal of the Austr. Inst. of Agr. Sci.*, 33, 30-34.
- HALFFTER, G. & MATTHEWS, E.G., 1966. *The natural history of dung beetles of the Subfamily Scarabaeinae (Coleoptera, Scarabaeidae)*. Departamento de Zoología, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. I.P.N. Mexico, D.F., 312 p.
- HALFFTER, G., 1977. Evolution of nidification in the Scarabaeinae (Coléoptera, Scarabaeidae). *Quaestiones Entomologicae*, 13, 231-253.
- HEINRICH, B. & BARTHOLOMEW, G., 1980. L'écologie du bousier d'Afrique. *Edition française de Scientific American*, 27, 40-47.
- KLEMPERER, H.G., 1980. Kleptoparasitic behaviour of *Aphodius rufipes* (L.) larvae in nests of *Geotrupes spiniger* Marsh. (Coléoptera, Scarabaeidae). *Ecological ent.*, 5, 143-151.
- KOSKELA, H., 1972. Habitat selection of dung inhabiting Staphilinids (Coleoptera) in relation to age of the dung. *Ann. Zool. Fenn.*, 9, 156-171.
- LAMOTTE, M. & BOURLIERE, F., 1975. *Problèmes d'écologie : La démographie des populations des vertébrés*. Paris, 443 p.
- LANDIN, B.O., 1961. Ecological studies on dung beetles. *Opuscula Entomologica*, Supp. XIX, 227 p.
- LEWALLE, J., 1972. Les étages de végétation du Burundi Occidental. *Bull. Jard. Bot. Nat. Belgique*, 42, 1-247.
- LUMARET, J.P., 1975. Etude des conditions de ponte et de développement larvaire d'*Aphodius* (*Agrilinus*) *constans* Duft. (Coléoptère, Scarabaeidae) dans la nature et au laboratoire. *Vie Milieu*, 25 (2) 267-282.
- LUMARET, J.P., 1979. Contribution à l'étude des larves des Scarabaeidae. 7. Les larves de la tribu des Oniticellini (Col.). *Ann. Soc. Ent. Fr. (N.S.)*, 15 (3) 553-574.
- LUMARET, J.P. & CAMBEFORT, Y., 1980. Description des larves et observations biologiques sur deux espèces du genre *Drepanocerus* Kirby (Coléoptère Scarabaeidae). *Ann. Soc. Ent. Fr. (N.S.)*, 16 (3) 381-388.
- LUMARET, J.P. & PAULIAN, R., 1977. Les larves des Scarabaeidae (Col.). 6. Le genre *Copris* Geoffroy. *Ann. Soc. Ent. Fr. (N.S.)*, 13 (3) 469-485.

- MILLER, A., 1954. Dung beetles (Coleoptera, Scarabaeidae) and other insects in relation to human feces in Hookworm area of Southern Georgia. Department of Tropical Medecine and Public Health, Medical School of the Tulane University of Louisiana, New-Orleans, 372-387.
- NAKAMURA, Y, 1975. Decomposition of organic materials and soil fauna in pasture. 3. Disappearance of Cow dung and associated soil macrofaunal succession. *Pedobiologia*, 15, 210-221.
- PAULIAN, R., 1943. *Les Coléoptères - Formes, Moeurs, Rôle*. Paris, 396 p.
- PAULIAN, R., 1950. *La vie larvaire des insectes*. Paris, 206 p.
- PAULIAN, R., 1976. Révision des Canthonina Longitarses (Coléoptère, Scarabaeidae) de Madagascar. *Ann. Soc. Ent. Fr. (N.S.)*, 12 (3) 453-479.
- PAULIAN, R. & LUMARET, J.P., 1973. Les larves des Coléoptères Scarabaeidae. II. Le genre *Heterosoma* (1). *Bull. Soc. Ent. Fr.*, 78, 83-88.
- PAULIAN, R. & LUMARET, J.P., 1974. Les larves des Coléoptères Scarabaeidae. 3. Le sous-genre *Thorectes* des Geotrupes. *Ann. Soc. Ent. Fr. (N.S.)*, 10 (4) 963-968.
- PAULIAN, R. & LUMARET, J.P., 1975. Les larves de Scarabaeidae. 4. Le genre *Aulonocnemis* Schaufuss (Col.). *Bull. Soc. Ent. Fr.*, 79, 233-240.
- POZY, P., 1978. *Rationalisation de l'élevage bovin dans la Basse Ruzizi. Résultats définitifs du projet pilote périmètre d'élevage Basse Ruzizi*. Ministère de l'Agriculture et de l'Elevage et du Développement rural. Isabu (Burundi), 100 p.
- REEKMANS, M., 1975. Les problèmes de la conservation de la nature au Burundi. La végétation et ses phénophases dans un parc national en projet. La plaine de la Basse Ruzizi. Thèse de doctorat, Univ. de Liège, Fac. Sc., 306 p.
- ROUGON, C. & ROUGON, D., 1975. Contribution à l'étude de la faune entomologique de la République du Niger. I. Note concernant *Aphodius (Mesontoplatys) rougoni* Petrov. et *Aphodius (Mesontoplatys) simplicius* Petrov. (Coléoptère, Aphodiinae). *Bull. IFAN, A*, 37, 836-839.
- ROUGON, C. & ROUGON, D., 1977. Note concernant deux nouveaux Coléoptères Aphodiidae découverts en République du Niger. *Bull. Soc. Ent. Mulhouse*, 30-32.
- ROUGON, C. & ROUGON, D., 1978. Contribution à l'étude de la faune entomologique de la République du Niger. V. Scarabaeidae : Scarabaeinae et Coprinae (Coléoptera). *Bull. IFAN*, 39, Série 1 (3) 653-681.
- ROUGON, C. & ROUGON, D., 1980. Contribution à la biologie des Coléoptères coprophages en région sahélienne. Etude du développement d'*Onthophagus gazella* (Coléoptère, Scarabaeidae). *Rev. Ecol. Biol. Sol*, 17 (3) 379-392.

- ROUGON, C. & ROUGON, D., 1980. La cléptoparasitisme en zone sahélienne : phénomène adaptatif d'insectes Coléoptères coprophages aux climats arides et semi-arides. *C.R. Acad. Sc. Paris*, 191, 417-419.
- SNOWBALL, G.J., 1944. A consideration of the Insect population associated with cow dung at Crawley (W.A.). *J.R. Soc. W. Australia*, 28, 219-245.
- WALTER, Ph., 1976. Une nouvelle espèce d'Adontoloma du Zaïre (Coléoptère Scarabaeidae, Scarabaeinae). *Nouv. Rev. Ent.*, 6 (1) 83-85.
- WALTER, Ph., 1977. Répartition des Scarabaeidae coprophages dans les diverses formations végétales du Plateau Bateke (Zaïre). *Geo-Eco-Trop*, 1 (4) 259-275.
- WALTER, Ph., 1980. Comportement de recherche et d'exploitation d'une masse stercorale chez quelques coprophages afro-tropicaux (Coléoptère Scarabaeidae). *Ann. Soc. Ent. Fr. (N.S.)*, 16 (2) 307-323.
- WALTER, Ph. & CAMBEFORT, Y., 1977 a. Nouveaux Onthophagides du Zaïre (Coléoptère Scarabaeidae Onthophagini). (première partie). *Nouv. Rev. Ent.*, 7 (1) 97-112.
- WALTER, Ph. & CAMBEFORT, Y., 1977 b. Nouveaux Onthophagides du Zaïre (Coléoptère Scarabaeidae). (suite et fin). *Nouv. Rev. Ent.*, 7 (2) 157-170.
- WALTER, Ph. & CAMBEFORT, Y., 1980. Scarabaeinae du plateau Bateke zaïrois (Coleoptera). *Nouv. Rev. Ent.*, 10, 63-78.
- ZUNINO, M., 1976. La Ricerca degli Scarabaeoidea coprofagi. *L'Informatore del Giovane Entomologo. Suppl. Boll. Soc. Ent. Ital.*, (3-4) 5-8.

